

**Perencanaan Kegiatan Perawatan Pada Unit Produksi Butiran (Padat)
Dengan Basic RCM (Reliability Centered Maintenance)
Di PT Petrokimia Kayaku Gresik**

Hak Cipta © pada Penulis, hak penerbitan ada pada Penerbit UPN
"Veteran" Jatim

Penulis : Ir. Nisa Masruroh, MT
Diset dengan : MS - Word Font Times New Roman 11 pt.
Halaman Isi : 79
Ukuran Buku : 16 x 23 cm
Cetakan I : 2008

Penerbit : UPN "Veteran" Jatim

ISBN : 978-602-9372-12-0

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk tetap *exist* suatu perusahaan harus memperhatikan kelancaran proses produksinya sehingga dapat terus berproduksi. Kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh beberapa hal seperti sumber daya manusia serta kondisi dari fasilitas produksi yang dimiliki, dalam hal ini mesin produksi dan peralatan pendukung lain. Untuk menjaga agar peralatan produksi dapat selalu berada pada kondisi yang baik maka diperlukan kegiatan perawatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan keandalan (*reliability*) dari komponen-komponen peralatan maupun sistem tersebut. Dengan adanya perawatan diharapkan peralatan mampu memberikan performansinya seoptimal mungkin dalam mendukung kelancaran proses produksi.

PT. Petrokimia Kayaku adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang formulasi pestisida dan distribusi bahan-bahan kimia pertanian. Sampai saat ini PT. Petrokimia Kayaku telah mengembangkan produknya yaitu pestisida dalam beberapa bentuk yaitu cair, tepung, butiran dan flowable. Dalam proses produksinya terdapat pula berbagai unit produksi untuk berbagai bentuk pestisida tersebut. Terdapat sembilan unit produksi yaitu Produksi Cair I, Produksi Padat / Butiran, Produksi Tepung (WP), Produksi Petrogenol, Produksi Flowable, Produksi Rodentisida, Produksi Cair II, Produksi Petrovita, Produksi Cair III.

Kegiatan perawatan yang dilakukan oleh bagian pemeliharaan teknik. Selama ini kebijakan *maintenance* yang dijalankan dengan interval perawatan tertentu untuk masing-masing unit. Interval perawatan yang selama ini dilakukan didasarkan pada tingkat kekritisan mesin. Semakin kritis alat tersebut maka semakin sering perawatan dilakukan. Akan tetapi pihak *maintenance* sendiri masih belum bisa mendeskripsikan tingkat kekritisan mesin. Dengan interval perawatan yang diterapkan saat ini masih saja terdapat kerusakan pada mesin dan tak jarang pula menyebabkan terhentinya proses produksi. PT. Petrokimia Kayaku Gresik ingin mengetahui interval perawatan mesin pada unit produksi padat / butiran tetapi nilai keandalan mesin dapat ditingkatkan sehingga produksi dapat berjalan lancar.

RCM (*Reliability Centered maintenance*) merupakan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan *preventive maintenance* yang terjadwal. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan (*design*) dan kualitas pembentukan *preventive maintenance* yang efektif akan menjamin terlaksananya desain keandalan dari peralatan.

Sehingga RCM diharapkan membantu pihak perawatan di PT. Petrokimia Kayaku Gresik menampilkan sebuah kerangka kerja berdasarkan informasi keadaan untuk perencanaan yang efisien, aplikatif dan mampu sebagai pilihan terbaik dalam penyesuaian atau pengembangan model pemeliharaan yang optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan latar belakang tersebut maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan perencanaan interval perawatan pada Unit Produksi Padat / Butiran PT. Petrokimia Kayaku Gresik.

1.3 Batasan Masalah

Batasan yang digunakan agar penulisan dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan alurnya antara lain:

1. Penelitian hanya dilakukan pada mesin dan komponen kritis pada Unit Produksi Padat / Butiran.
2. Mengidentifikasi kegagalan fungsi pada mesin tertentu yang tidak diinginkan.
3. Data histories yang digunakan pada rentang waktu tahun 2008 sampai Februari 2010.
4. Tidak membahas masalah biaya pemeliharaan.

1.4 Asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin-mesin pada unit produksi selain Unit Produksi Padat / Butiran dianggap berjalan normal.
2. Komponen pengganti tersedia setiap saat.
3. Tingkat kehandalan mesin yang ditolerir oleh perusahaan 0,7.
4. Penggantian suku cadang dilakukan pada waktu mesin berhenti (*down time*).

5. Setiap komponen yang rusak akan diganti dengan komponen yang baru.

1.5 Tujuan

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah :

1. Menentukan mesin dan komponen kritis pada Unit Produksi Padat / Butiran.
2. Mengidentifikasi penyebab kegagalan dan efek kegagalan.
3. Menentukan kegiatan dan interval perawatan berdasarkan RCM.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Universitas
Memperkaya wawasan pengetahuan sebagai bahan studi bagi rekan-rekan mahasiswa dan juga sebagai pertimbangan bagi mahasiswa yang ingin mengerjakan tugas akhir.
2. Bagi Perusahaan
Dapat dijadikan acuan bagi perusahaan dalam merencanakan kebijakan perawatan dengan merencanakan kegiatan dan interval perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang optimal untuk meningkatkan *reliability* dari *equipment* maupun sistem dengan basis RCM.
3. Bagi peneliti
Mengaplikasikan teori manajemen perawatan yang telah diperoleh selama perkuliahan serta menambah pengetahuan tentang penerapan manajemen perawatan di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Perawatan

Sistem perawatan merupakan suatu metode yang digunakan dalam kegiatan untuk mengadakan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, serta pengawasan dari mesin produksi dan mesin pendukung. Pengertian maintenance adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan.

Secara alamiah tidak ada barang yang dibuat oleh manusia yang tidak bisa rusak. Usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan berkala dengan suatu aktivitas yang dikenal dengan istilah perawatan.

Menurut Corder (1992), perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.

Menurut Assauri (1999), perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Berdasarkan pada teori diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan. Manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Pengorganisasian ini mencakup penerapan dari metode manajemen dan metode yang menunjang keberhasilan manajemen ini adalah dengan mengembangkan dan menggunakan suatu penguraian sederhana yang dapat diperluas melalui gagasan dan tindakan.

Menurut Assauri (1999), beberapa tujuan dari manajemen perawatan adalah untuk menunjang aktivitas dalam bidang perawatan (*Maintenance*) adalah sebagai berikut :

- a. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan mengenai investasi tersebut.
- d. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.

- e. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan.
- f. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi–fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan dan return of investment yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

Adapun tujuan perawatan atau pemeliharaan menurut Corder (1992), adalah sebagai berikut :

- a. Memperpanjang usia aset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya). Hal ini terutama penting di negara berkembang karena kurangnya sumber daya modal untuk pergantian.
- b. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi (*Return Of Invesment*) maksimum yang mungkin.
- c. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit suku cadang, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
- d. Membantu dalam menciptakan kondisi kerja yang aman, baik untuk bagian operasi maupun personil pemeliharaan lainnya dengan menetapkan dan menjaga standar pemeliharaan yang benar.

Menurut Assauri (1999), kegiatan perawatan atau maintenance yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. *Preventive Maintenance(Time Base Maintenance)*

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi.

- a. *Routine maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari.
- b. *Periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, meningkat menjadi satu bulan sekali.

2. *Corrective Maintenance*

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan, sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

3. *Improvement Maintenance*

Suatu sistem perawatan yang dilakukan untuk merubah sistem suatu alat menjadi maksimal penggunaannya. Tujuan dari improvement maintenance adalah :

- a. Memudahkan operasi dari suatu mesin.
- b. Memudahkan pemeliharaan.
- c. Menaikan hasil kapasitas produksi.

- d. Memperkecil biaya pemeliharaan akibat ketidak efisienan dari penggunaan suatu mesin.
- e. Meningkatkan keselamatan kerja

2.2. Tugas dan Kegiatan Perawatan

Perawatan merupakan fungsi yang sangat penting dalam suatu perusahaan untuk menjamin kelancaran proses produksinya, maka dengan adanya bagian perawatan dalam suatu perusahaan merupakan sesuatu yang diharapkan. Menurut Hamsi (2004), pada dasarnya tugas dari bagian perawatan meliputi:

1. Perencanaan dan penugasan
2. Pemeriksaan dan pengawasan
3. Pengawasan bahan
4. Pekerjaan lapangan
5. Pekerjaan bengkel

Menurut Assauri (1999), kegiatan-kegiatan perawatan dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima pokok berikut:

1. Inspeksi (*inspections*)

Meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*Routine Schedule Check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli dan kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan untuk memperbaiki dan mereparasi mesin dan peralatan, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan servis dan pelumasan (*lubrication*).

4. Pekerjaan Administratif

Kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan mengenai biaya yang berhubungan kegiatan pemeliharaan, komponen yang dibutuhkan, waktu yang dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen yang tersedia di bagian pemeliharaan.

5. Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*)

Kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya, meliputi pembersihan dan pengecatan gedung dan kegiatan pemeliharaan peralatan lain yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian perawatan.

Adapun tujuan pokok dari kegiatan pemeliharaan yang diadakan, yaitu

1. Untuk mengoptimalkan: efisiensi, ketersediaan dan MTBF dengan cara :
 - a. Mengeliminasi pengaruh faktor lingkungan
 - b. Melaksanakan program pemeliharaan pencegahan
 - c. Melaksanakan manajemen instrument (monitoring pemakaian peralatan, kebijakan suku cadang, pelatihan)

2. Untuk meningkatkan kendali mutu (*Quality Control*) pekerjaan di lab. dengan cara :
 - a. Mempersiapkan dokumen *SOP* (*Standard Operation Procedures*)
 - b. Mempersiapkan dokumen *SPMP* (*Standard Preventive Maintenance Procedures*) dan Pengendalian mutu (*Quality Control*).
 - c. Melaksanakan manajemen pemeliharaan
 - d. Menyelenggarakan pelatihan

Selain itu berhasil tidaknya kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan dapat dinilai melalui pengamatan atau pengevaluasian sebagai berikut :

1. Kenaikan masa pakai operasi peralatan yang diukur pada MTBF (*Mean Time Between Failure*) yaitu : Selang waktu rata-rata diantara dua saat kerusakan atau kegagalan peralatan
2. Pengurangan pada nilai kerugian, yang dilihat pada MTTR (*Mean Time To Repair*) yaitu : Selang waktu rata-rata yang diperlukan untuk mereparasi instrument, termasuk waktu untuk menunggu pengadaan suku cadang.

2.3. Kebijakan Pemeliharaan

Menurut Tampubolon (2004), Beberapa faktor perlu dipertimbangkan bila kebijaksanaan (*policy*) pemeliharaan akan diputuskan. Adalah menjadi tujuan setiap teknisi untuk menjamin bahwa pemeliharaan dilaksanakan dengan efisiensi yang maksimum, dan alat-alat tersebut harus dapat beroperasi pada saat ia dibutuhkan.

Tujuan ini dapat lebih mudah dicapai bila alasan-alasan untuk kebijaksanaan pemeliharaan telah dimengerti dan dipahami. Bila kebijaksanaan pemeliharaan hendak dilaksanakan, faktor-faktor berikut harus diperhatikan :

a. *Operational requirements*

Faktor OR sangat penting dalam menentukan kebijaksanaan pemeliharaan. Dengan OR dimaksudkan agar fungsi suatu peralatan harus dapat ditunjukkan dan dibawah kondisi yang bagaimana ia harus menunjukkan fungsinya tersebut. Dan tujuan dari organisasi pemeliharaan adalah untuk menjamin bahwa operasional dapat dicapai dengan biaya minimum.

b. *Equipment characteristics (EC)*

EC mencakup bagaimana suatu alat dibuat secara elektrik dan mekanik, dan cara bagaimana ia bisa bekerja secara memuaskan dan memenuhi operasional yang dikehendaki. Semakin besar kekomplekan suatu alat semakin sulit tugas pemeliharaan, karena akan semakin sulit pula mengisolir kegagalan. Bila tugas tsb semakin sulit, maka kebutuhan untuk pelatihan yang baik atau alat-alat bantu untuk pelaksanaan tugas akan semakin meningkat kepentingannya. Adalah sangat penting memperhatikan persyaratan-persyaratan awal (*precaution*) operasi suatu alat untuk keperluan keselamatan yang mencakup karakteristik elektrik dan mekanik. Karakteristik lain yang penting diperhatikan adalah persyaratan lingkungan kerja alat, yaitu kondisi eksternal terhadap alat dimana ia harus dioperasikan. Dalam hal ini adalah sangat penting adanya hubungan yang erat

antara kondisi lingkungan, keandalan dan kebijaksanaan pemeliharaan.

c. *Aids to maintenance*

Peralatan bantu untuk pemeliharaan adalah tools, peralatan untuk pengujian dan informasi yang menyangkut alat tsb. (catalog, operation manuals,) untuk keperluan pemeliharaan.

d. *Training*

Untuk melakukan training memerlukan waktu dan biaya, maka training adalah merupakan salah satu faktor yang penting dalam menentukan kebijaksanaan pemeliharaan. Training yang dibutuhkan dapat disimpulkan dari perbedaan antara kemampuan yang dikehendaki dan kemampuan mula-mula orang yang terpilih untuk itu. Jadi kemampuan mula-mula plus pemberian sesuatu dalam training menghasilkan kemampuan yang dikehendaki. Adalah dimungkinkan untuk mengurangi biaya pelatihan dengan cara meningkatkan standar seleksi para teknisi dan mempersingkat masa training, atau dengan menyempurnakan alat-alat bantu untuk pemeliharaan dengan maksud untuk menyederhanakan tugas, dan mengatasi masalah kurangnya kemampuan teknisi yang ada.

e. *Job environment*

Kondisi dimana para teknisi bekerja adalah juga sama pentingnya dengan kondisi dimana alat beroperasi. Diluar kepuasan fisik ruangan kerja, faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan adalah ketersediaan suku-cadang, jumlah supervisi dan bimbingan yang diberikan, waktu yang tersedia untuk melengkapi tugas dan safety precaution.

Kebijaksanaan perawatan yang paling baik adalah hasil kombinasi optimum dari kontribusi faktor-faktor tersebut diatas. Dan adalah agak sulit untuk menyatakan hal tersebut secara matematis. Tetapi adalah cukup bagi para teknisi untuk mengetahui bahwa kebijaksanaan pemeliharaan yang harus dilakukannya adalah merupakan hasil keseimbangan diantara faktor-faktor tersebut. Sudah tentu ketepatan kebijaksanaan yang diambil juga tergantung ketepatan informasi yang diperoleh. Beberapa aspek yang penting dalam hal ini adalah :

1. Data informasi keadaan alat (status alat)
2. Teknisi pemeliharaan (kemampuan, dedikasi terhadap prosedur dan sistem kerja, *log-book*). Teknisi adalah kunci dari umpan balik (*feed back*) proses yang diperoleh dari data hasil pengukuran dan observasinya. Semakin lengkap data yang dapat disimpulkan dan dikumpulkannya, semakin tepat kebijaksanaan yang akan dilaksanakan.
3. Informasi khusus mengenai alat dan informasi umum tentang komponen (basis data instrumen).

2.4. Keandalan

Pemeliharaan tidak dapat dipisahkan terhadap keandalan. Jika suatu instrument dapat dibuat betul-betul andal, maka sama sekali tidak diperlukan pekerjaan pemeliharaan. Oleh sebab itu adalah sangat essensial bagi orang-orang pemeliharaan mengetahui tentang keandalan dan hubungannya dengan masalah pemeliharaan. Pengetahuan tentang mana komponen yang hampir seluruhnya andal, mana yang kurang andal akan sangat membantu tugas pemeliharaan.

Efek-efek terhadap keandalan dan juga terhadap maintenance dari faktor-faktor: temperatur, kelembaban dan goncangan adalah juga penting, disamping metoda khusus seperti redundansi, dimana keandalan dapat diperbaiki pada tahap desain.

Keandalan (reliability) didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan melakukan fungsi yang diinginkan sepanjang suatu periode waktu tertentu bilamana digunakan pada kondisi-kondisi pengoperasian yang telah ditentukan. Atau dalam perkataan yang lebih singkat, keandalan merupakan probabilitas dari ketidak-gagalan terhadap waktu.

Menurut Abbas (2005), menentukan keandalan dalam pengertian operasional mengharuskan definisi diatas dibuat lebih spesifik, yaitu:

1. Harus ditetapkan definisi yang jelas dan dapat diobservasi dari suatu kegagalan. Berbagai kegagalan ini harus didefinisikan relatif terhadap fungsi yang dilakukan oleh komponen atau sistem.
2. Unit waktu yang menjadi referensi dalam penentuan keandalan harus diidentifikasi dengan tegas.
3. Komponen atau sistem yang diteliti harus diobservasikan pada performansi normal. Ini mencakup beberapa faktor seperti beban yang didesain, lingkungan, dan berbagai kondisi pengoperasian

Dalam mengevaluasi keandalan, variabel random yang dipakai umumnya adalah waktu dengan :

$$R(t) = P\{T \geq t\} (2.1)$$

dimana : $R(t) \geq 0, R(0) = 1$ dan $\lim_{t \rightarrow \infty} R(t) = 0$

$R(t)$ = Probabilitas waktu kegagalan dimana nilainya lebih besar atau sama dengan t

Jika didefinisikan menjadi :

$$F(t) = 1 - R(t) = P\{T < t\} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana : $F(0) = 0$ dan $\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = 1$

$F(t)$ = Probabilitas kegagalan yang terjadi sebelum waktu t

Menurut Ebeling (1997), pada saat $t = 0$ komponen atau sistem berada dalam kondisi akan beroperasi, sehingga probabilitas komponen atau sistem itu untuk mengalami kegagalan pada saat $t = 0$ adalah 0. Pada saat $t = \infty$, probabilitas untuk mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang dioperasikan akan cenderung mendekati 1.

Dengan berpedoman bahwa $R(t)$ sebagai fungsi keandalan dan $F(t)$ sebagai fungsi distribusi kumulatif dari distribusi kegagalan, maka :

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \dots\dots\dots (2.3)$$

Selanjutnya disebut sebagai *probability density function* dimana fungsi ini menggambarkan bentuk dari *failure distribution* yang meliputi $f(t) \geq 0$ dan $\int_0^{\infty} f(t)dt = 1$, sehingga

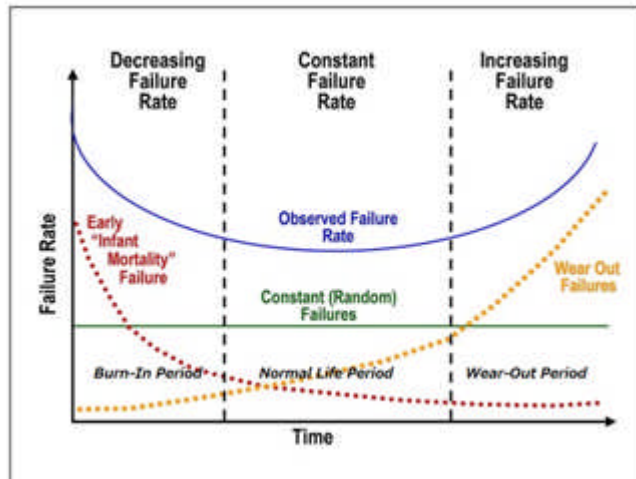
$$F(t) = \int_0^t f(t)dt \dots\dots\dots (2.4)$$

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \dots\dots\dots (2.5)$$

2.5. Laju Kegagalan

Menurut Ebeling (1997), Laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi dari suatu komponen, subsistem atau sistem.

Laju kegagalan dari suatu komponen atau sistem dapat di plot pada suatu kurva dengan variabel random waktu sebagai absis dan laju kegagalan dari komponen atau sistem sebagai ordinat. Kurva *bathub* ini terdiri dari tiga buah bagian utama, yaitu masa awal (*burn-in period*), masa yang berguna (*useful life period*), dan masa aus (*wear out period*).



Gambar 2.1 Kurva Bathub

Kurva bak mandi mendeskripsikan keterangan yang terdiri dari tiga bagian atau fase, yaitu:

1. Bagian **pertama** adalah tingkat kegagalan yang turun, yang dikenal sebagai kegagalan awal (masa awal / burn in period). Periode 0 sampai dengan t_1 , mempunyai waktu yang pendek pada permulaan bekerjanya peralatan. Kurva menunjukkan bahwa laju kerusakan menurun dengan bertambahnya waktu atau diistilahkan dengan *Decreasing Failure Rate* (DFR). Kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan kesalahan dalam proses menufakturing atau desain yang kurang sempurna. Jumlah kerusakan berkurang karena alat yang cacat telah mati kemudian diganti atau cacatnya dideteksi atau direparasi. Jika suatu peralatan yang dioperasikan telah melewati periode ini, berarti desain dan pembuatan peralatan tersebut di pabriknya sudah benar. Periode ini dikenal juga dengan periode pemanasan (*burn in period*). Model probabilitas yang sesuai adalah distribusi Weibull dengan $\alpha > 1$
2. Bagian **kedua** adalah tingkat kegagalan yang konstan, yang dikenal sebagai kegagalan acak (masa berguna / useful life period). Periode t_1 sampai t_2 mempunyai laju kerusakan paling kecil dan tetap yang disebut *Constant Failure Rate* (CFR). Periode ini dikenal dengan *Useful Life Period*. Kerusakan yang terjadi bersifat random yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bekerjanya peralatan, sehingga periode ini merupakan periode pemakaian peralatan yang normal dan dikarakteristikan secara pendekatan dengan jumlah kerusakan yang konstan tiap satuan waktu. distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial atau Weibull dengan $\alpha = 1$

3. Bagian *ketiga* adalah tingkat kegagalan yang naik, yang dikenal sebagai kegagalan aus (masa aus / wear-out period). Pada periode setelah t_2 menunjukkan kenaikan laju kerusakan dengan bertambahnya waktu yang sering disebut dengan *Increasing Failure Rate* (IFR). Hal ini terjadi karena proses keausan peralatan. Model distribusi yang sesuai adalah Distribusi Weibull dengan $\alpha > 1$

Probabilitas dari komponen untuk mengalami kegagalan pada interval waktu antara t dan $t + \Delta t$, jika komponen itu diketahui berfungsi pada saat t dapat diekspresikan dalam bentuk fungsi distribusi kumulatif sebagai $F(t + \Delta t) - F(t)$ sehingga menjadi :

$$P(t < T \leq t + \Delta t | T > t) = \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{R(t)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan interval waktu Δt dan membuat $\Delta t \rightarrow 0$, maka akan diperoleh laju kegagalan dari suatu komponen dan diekspresikan dengan notasi $z(t)$

$$z(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \cdot \frac{1}{R(t)} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \dots\dots\dots (2.8)$$

Persamaan (2.8) disubstitusikan ke persamaan (2.3) menjadi :

$$z(t) = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt} \dots\dots\dots (2.9)$$

Kedua ruas 0 sampai t diintergralkan dan disubstitusikan dengan $R(0) = 1$ menjadi :

$$\int_0^t z(u)du = -\ln R(t) \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Atau } R(t) = e^{-\int_0^t z(u)du} \dots\dots\dots (2.11)$$

Untuk laju kegagalan yang konstan, $z(t) = \lambda$ maka berubah menjadi :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.12)$$

2.5.1. Mean Time To Failure

Mean Time To Failure adalah rata-rata waktu suatu system akan beroperasi sampai terjadi kegagalan pertama kali. Waktu rata-rata kegagalan (*mean time to failure = MTTF*) dari suatu komponen yang memiliki fungsi densitas kegagalan (*failure density function*) $f(t)$ didefinisikan oleh nilai harapan dari komponen itu. Secara matematis waktu rata-rata kegagalan dapat diekspresikan sebagai :

$$MTTF = \int_0^{\infty} t f(t) dt \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.13), maka diperoleh :

$$MTTF = -\int_0^{\infty} t R'(t) dt \dots\dots\dots (2.14)$$

Integral

$$MTTF = -[tR(t)]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt \dots\dots\dots (2.15)$$

Jika $MTTF < \infty$, maka nilai dari $[tR(t)]_0^{\infty} = 0$, sehingga :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt \dots\dots\dots (2.16)$$

Untuk komponen yang memiliki fungsi keandalan $R(t) = e^{-\lambda t}$, maka diperoleh :

$$MTTF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (2.17)$$

2.5.2. *Mean Time To Repair*

Mean Time To Repair adalah waktu dimana suatu produk atau system mulai rusak sampai selesai diperbaiki. Secara umum, waktu perbaikan atau *Mean Time To Repair* diberlakukan sebagai variable random karena kejadian yang berulang-ulang dapat mengakibatkan perbaikan yang berbeda-beda. MTTR diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$MTTR = \int_0^{\infty} t.h(t)dt = \int_0^{\infty} (1 - H(t))dt \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

$h(t)$: fungsi kepadatan peluang untuk data waktu perbaikan

$H(t)$: fungsi distribusi kumulatif untuk data waktu perbaikan

t : waktu

2.5.3. *Distribusi Kegagalan*

Menurut Gaspersz (2002) distribusi kegagalan adalah cara untuk mengetahui seberapa besar kegagalan terjadi. Menurut Priyanta (2005), distribusi kegagalan yang sering digunakan di dalam teori keandalan yaitu:

1. Distribusi Lognormal

Time to failure dari suatu komponen dikatakan memiliki distribusi lognormal bila $y = \ln T$, mengikuti distribusi normal dengan *probability density function* :

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} \exp\left[-\frac{1}{2s^2}\left(\ln \frac{t}{t_{med}}\right)^2\right] \text{ dan } t \geq 0 \dots\dots\dots (2.19)$$

Mean Time To Failure dari distribusi lognormal :

$$MTTF = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2}\right) \dots\dots\dots (2.20)$$

dengan *variance* :

$$\sigma^2 = t_{med}^2 \exp(s^2) [\exp(s^2) - 1] \dots\dots\dots (2.21)$$

dan fungsi keandalan :

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right) \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana parameter s adalah *standar deviasi*, t_{med} adalah *median time to failure* dan σ adalah *variance*.

2. Distribusi Weibull

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah T mengikuti distribusi Weibull dengan tiga parameter β, η dan γ , maka *probability density function* dapat dirumuskan sebagai :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \dots\dots\dots (2.23)$$

dengan : β = *shape parameter*, η = *scale parameter*, γ = *shape parameter*

Jika nilai dari $\gamma = 0$, maka akan diperoleh distribusi Weibull dengan dua parameter yaitu β dan η dengan *probability density function* :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta}$$

..... (2.24)

Mean Time To Failure dari distribusi Weibull adalah :

$$MTTF = \gamma + \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right)$$

(2.25)

dengan *variance* sebagai :

$$\sigma^2 = \eta^2 \left\{ \Gamma \left(\frac{2}{\beta} + 1 \right) - \left[\Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right) \right]^2 \right\}$$

(2.26)

dan fungsi keandalannya adalah :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta}$$

(2.27)

dimana $\Gamma(x)$ adalah fungsi gamma :

$$\Gamma(x) = \int_0^x y^{x-1} e^{-y} dy \dots\dots\dots (2.28)$$

3. Distribusi Eksponensial

Jika *time to failure* dari suatu komponen adalah terdistribusi secara eksponensial dengan parameter λ , maka *probability density function* dapat dirumuskan sebagai :

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.29)$$

Mean Time To Failure dari distribusi eksponensial adalah :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (2.30)$$

dengan *variance* :

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} \left(t - \frac{1}{\lambda} \right)^2 \lambda e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda^2} \dots\dots\dots (2.31)$$

)

dan fungsi keandalannya yaitu :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.32)$$

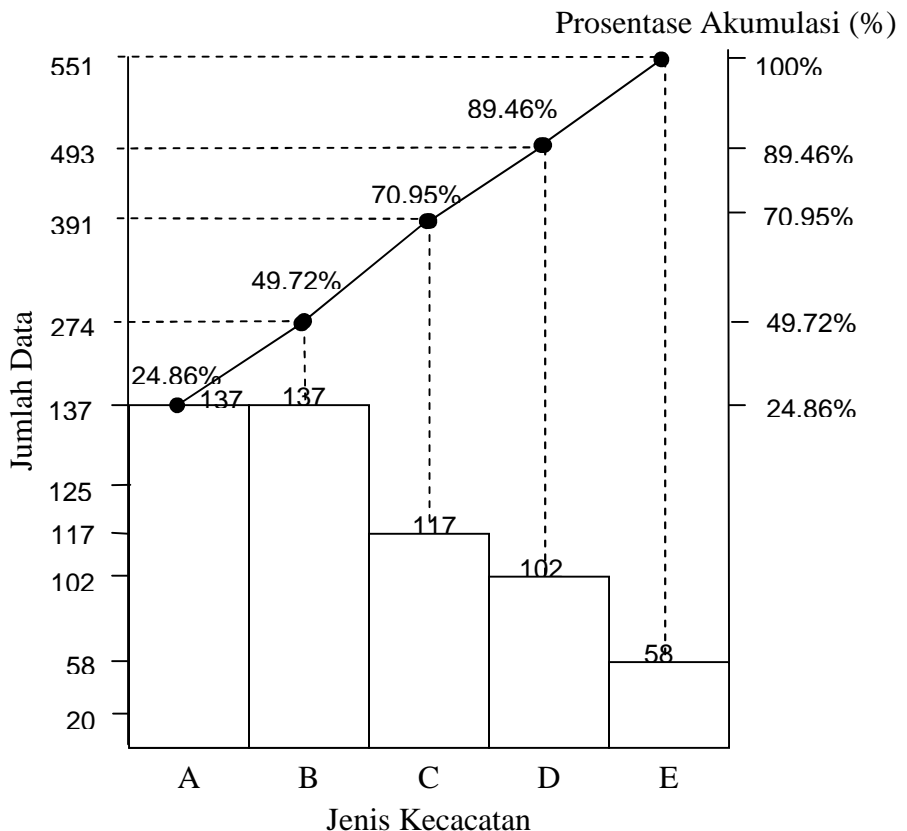
2.6. Diagram Pareto

Diagram pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848 – 1923). Diagram Pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Penyusunan diagram pareto meliputi enam langkah :

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat ranking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.

6. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relative masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian.

Diagram Pareto adalah alat yang digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya untuk menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang akan dianalisis, sehingga kita dapat memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak terbesar terhadap kejadian tersebut. Gambar 2.2 berikut merupakan contoh penggunaan *pareto diagram*.



Gambar 2.2 *Pareto Diagram*

Menurut Ariani (2004), terdapat beberapa tujuan dari diagram pareto tersebut, di antaranya adalah:

1. Membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah).
2. Mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas.
3. Memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya terbatas untuk menyelesaikan masalah.
4. Membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses.

2.7. *Reliability Centered Maintenance*

Reliability Centered Maintenance adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua aset fisik terus melakukan apa yang user ingin dilakukan dalam kondisi operasinya saat ini. *Reliability Centered Maintenance* berdasarkan pada paham bahwa setiap aset digunakan untuk memenuhi fungsi atau fungsi spesifik dan perawatan itu berarti melakukan apapun yang perlu untuk memastikan bahwa aset terus memenuhi fungsinya untuk kepuasan user (*Moubray, 1997*).

Tujuan dari *Reliability Centered Maintenance* adalah:

1. Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik.
2. Untuk memperoleh informasi yang penting untuk melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang baik.

3. Untuk mengembangkan sistem maintenance yang dapat mengembalikan kepada reliability dan safety seperti awal mula equipment dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.
4. Untuk mewujudkan semua tujuan diatas dengan biaya minimum.

Kelebihan yang dimiliki oleh *Reliability Centered Maintenance* ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat membuat suatu kegiatan ataupun program maintenance menjadi lebih efisien.
2. Meminimasi frekuensi dilakukannya overhaul.
3. Menurunkan biaya maintenance dengan mengeliminasi kegiatan maintenance atau overhaul yang tidak perlu.
4. Pengurangan probabilitas terjadinya kegagalan pada suatu alat atau fasilitas produksi.
5. Menambah keandalan komponen

Pada dasarnya *Reliability Centered Maintenance* berusaha menjawab 7 pertanyaan utama tentang *item* atau peralatan yang menjadi obyek penelitian. Ketujuh pertanyaan mendasar *Reliability Centered Maintenance* tersebut antara lain (Moubrey, 1997) :

1. Apakah fungsi dan hubungan performansi standar dari *item* dalam konteks operasional saat ini ?
2. Bagaimana *item* atau peralatan tersebut rusak dalam menjalankan fungsinya ?
3. Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi tersebut ?
4. Apakah yang terjadi pada saat terjadi kerusakan ?
5. Bagaimana masing-masing kerusakan tersebut terjadi?

6. Apakah yang dapat dilakukan untuk memprediksi dan mencegah masing-masing kegagalan tadi ?
7. Apakah yang harus dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak berhasil ditemukan ?

2.7.1. *Functions and Performance Standards*

Dalam menentukan apa yang harus dilakukan untuk meyakinkan bahwa beberapa aset fisik bekerja sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna dalam operasi aktual, maka harus :

1. Ditentukan apa yang pengguna ingin lakukan.
2. Meyakinkan bahwa ini dapat dilakukan dimana penggunanya akan mengoperasikannya.

Tujuan dari *functions and performance standards* adalah untuk menentukan fungsi dari *equipment systems* agar dapat beroperasi sesuai dengan *performance standards* yang telah ditetapkan dalam kebijaksanaan perusahaan. Dengan berpedoman pada *functions and performance standards*, maka dapat dilakukan identifikasi apakah fungsi dari system tersebut menjalankan fungsinya dengan baik.

RCM mendefinisikan fungsi dari setiap aset disertai dengan *performance standards* yang diharapkan. Apa yang pengguna ekspektasikan dalam melakukan penggunaan dikategorikan dalam 2 fungsi, yaitu :

1. Fungsi primer merupakan fungsi utama, seperti output, kecepatan, kapasitas, kualitas produk atau pelanggan.
2. Fungsi standar artinya dimana diharapkan bahwa setiap aset dapat melakukan lebih dari fungsi primer, seperti keselamatan, baik bagi

lingkungan, pengendalian, integritas, struktur, ekonomi, proteksi maupun efisiensi operasi.

Para pengguna dari aset fisik biasanya dalam posisi terbaik dengan mengetahui secara pasti apa kontribusi setiap aset secara fisik dan keuangan dalam organisasi.

2.7.2 *Failure Consequences*

Failure Consequences adalah konsekuensi kegagalan fungsi suatu *item* dalam produksi atau operasional. Dalam *Reliability Centered maintenance* konsekuensi kegagalan diklasifikasikan dalam 4 bagian yaitu (Moubray, 1997) :

1. *Hidden Failure Consequences*

Dimana kegagalan tersebut tidak dapat dibuktikan secara langsung sesaat setelah kegagalan berlangsung.

2. *Safety and Environmental Consequences*

Safety Consequences terjadi apabila sebuah kegagalan fungsi suatu *item* mempunyai konsekuensi terhadap keselamatan pekerja lainnya. *Environmental Consequences* terjadi apabila kegagalan fungsi suatu *item* berdampak pada kelestarian lingkungan.

3. *Operational Consequences*

Suatu kegagalan dikatakan mempunyai konsekuensi operasional ketika berakibat pada produksi atau operasional.

4. *Non Operational Consequences*

Kegagalan tidak termasuk dalam konsekuensi keselamatan atau produksi tetapi hanya melibatkan biaya perbaikan komponen.

2.7.3 *Proactive Task*

Proactive Task adalah suatu tindakan yang dilakukan sebelum terjadi kegagalan, dalam rangka untuk menghindarkan *item* dari kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan (*failed state*). Kegagalan ini bisa dikenal dengan *predictive* dan *preventive maintenance*. Dalam RCM *predictive maintenance* dimasukkan dalam aktifitas *scheduled on condition task*, sedangkan *preventive maintenance* dimasukkan dalam *scheduled restoration task* ataupun *scheduled discard task*. (Moubray, 1997) :

1. *Scheduled restoration task* dan *scheduled discard tasks*

Scheduled restoration task adalah tindakan pemulihan kemampuan *item* pada saat atau sebelum batas umur yang ditetapkan, tanpa memperhatikan kondisi saat itu. Sedangkan *scheduled discard task* adalah tindakan mengganti *item* pada saat atau batas umur yang ditetapkan, tanpa memperhatikan kondisi *item* saat itu.

2. *On-condition task*

Kegiatan pemeriksaan terhadap *potensial failure* sehingga tindakan dapat diambil untuk mencegah terjadinya *functional failure*.

2.7.4 *Default Action*

Default Action adalah suatu tindakan yang dilakukan ketika *predictive task* yang efektif tidak mungkin dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan. *Default Action* (Nordstrom, 2007) meliputi :

1. *Failure finding*

Failure finding meliputi tindakan pemeriksaan, apakah suatu komponen masih dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. *Failure finding* hanya diaplikasikan pada *hidden* atau kegagalan yang tidak dapat dibuktikan secara langsung.

2. *Redesign*

Membuat suatu perubahan untuk membangun kembali kemampuan suatu sistem. Hal ini mencakup modifikasi terhadap perangkat keras dan juga perubahan prosedur.

3. *No Scheduled Maintenance*

No scheduled maintenance sering digunakan untuk kegagalan yang *evident* (nyata) dan tidak mempengaruhi *safety* atau *environment*.

2.8. *Failure Modes and Effects Analysis*

Failure modes and effects analysis (FMEA) merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisa kegagalan. Teknik ini dikembangkan pertama kali sekitar tahun 1950-an oleh para *reliability engineers* yang sedang mempelajari masalah yang ditimbulkan oleh peralatan militer yang mengalami malfungsi. Teknik analisa ini lebih menekankan pada *hardware-oriented approach* atau *bottom-up approach*. Dikatakan demikian karena analisa yang dilakukan dimulai dari peralatan dan meneruskannya ke sistem yang merupakan tingkat yang lebih tinggi.

FMEA sering menjadi langkah awal dalam mempelajari keandalan sistem. Kegiatan FMEA melibatkan banyak hal-seperti me-

review berbagai komponen, rakitan, dan subsistem-untuk mengidentifikasi mode-mode kegagalannya, penyebab kegagalannya, serta dampak kegagalan yang ditimbulkan. Untuk masing-masing komponen, berbagai mode kegagalan berikut dampaknya pada sistem ditulis pada sebuah *FMEA worksheet*.

Secara umum tujuan dari penyusunan FMEA adalah sebagai berikut :

1. Membantu dalam pemilihan desain alternatif yang memiliki keandalan dan keselamatan potensial yang tinggi selama fase desain.
2. Untuk menjamin bahwa semua bentuk mode kegagalan yang dapat diperkirakan berikut dampak yang ditimbulkannya terhadap kesuksesan operasional sistem telah dipertimbangkan.
3. Membuat list kegagalan potensial , serta mengidentifikasi seberapa besar dampak yang ditimbulkannya.
4. Men-*develop* kriteria awal untuk rencana dan desain pengujian serta untuk membuat daftar pemeriksaan sistem.
5. Sebagai basis analisa kualitatif keandalan dan ketersediaan.
6. Sebagai dokumentasi untuk referensi pada masa yang akan datang untuk membantu menganalisa kegagalan yang terjadi di lapangan serta membantu bila sewaktu-waktu terjadi perubahan desain.
7. Sebagai data input untuk studi banding.
8. Sebagai basis untuk menentukan prioritas perawatan korektif.

Kegunaan dari Failure Modes and Effects Analysis adalah sebagai berikut :

1. Ketika diperlukan tindakan preventif atau pencegahan sebelum masalah terjadi.
2. Ketika ingin mengetahui atau mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.
3. Pemakaian proses baru.
4. Perubahan atau pergantian komponen peralatan.
5. Pemindahan komponen atau proses ke arah baru

Dalam menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *severity*, *occurrence*, *detection* serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number* (RPN). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing definisi diatas, yaitu :

1. *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi output proses. *Severity* adalah suatu perkiraan subyektif mengenai kerumitan suatu kegagalan dan bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. Dampak tersebut dirancang mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

Tabel 2.1 *Rating Severity dalam FMEA*

Rating	Akibat	Kriteria Verbal	Akibat pada produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak ada akibat apa-apa (tidak ada akibat) dan tidak ada penyesuaian yang diperlukan	Proses berada dalam pengendalian tanpa perlu penyesuaian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti	Proses berada dalam pengendalian hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	Mesin tetap operasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan	Proses berada diluar pengendalian beberapa penyesuaian diperlukan
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun terdapat gangguan kecil	Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi dan aman, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk	30 – 60 menit <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dan aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk	1 – 2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dan aman, tetapi tidak dapat dijalankan	2 – 4 jam <i>downtime</i>
8	Akibat ekstrim	Mesin tidak dapat beroperasi, telah kehilangan fungsi utama mesin	4 – 8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat serius	Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak beroperasi, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja	> 8 jam <i>downtime</i>

2. Occurrence

Occurrence adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan (*Possible failure rates*). Dengan memperkirakan kemungkinan occurrence pada skala 1 sampai 10.

Tabel 2.2 *Rating Occurrence dalam FMEA*

Rating	Kejadian	Kriteria Verbal	Tingkat Kejadian
1	Hampir tidak pe	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	>10.000 jam operasi mesin
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	6.001 – 10.000 jam operasi mesin
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3.001 – 6.000 jam operasi mesin
4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2.001 – 3.000 jam operasi mesin
5	Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1.001 – 2000 jam operasi mesin
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401 – 1.000 jam operasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 – 400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 – 100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 – 10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 jam operasi mesin

3. *Detection*

Detection adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Berdasarkan pada rating *detection*, jika *detection* menunjukkan “tidak pasti” maka dapat dikatakan sistem kontrol yang berfungsi tidak dapat mendeteksi kegagalan yang muncul dan termasuk ke dalam rating 10 dan seterusnya seperti yang telah dijelaskan pada table dibawah ini :

Tabel 2.3 *Rating Detection dalam FMEA*

Rating	Akibat	Kriteria Verbal
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
4	Moderat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan moderat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan
5	Moderat	Perawatan preventif memiliki kemungkinan moderat untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan

7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
8	Sedikit	Perawatan preventif memiliki sedikit kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat sedikit	Perawatan preventif memiliki sangat sedikit kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan

4. Risk Priority Number

Risk Priority Number (RPN) merupakan produk matematis dari keseriusan effects (*severity*), kemungkinan terjadinya cause akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan effects (*occurrence*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.33)$$

Langkah-langkah dalam penyusunan Failure Mode and Effects Analysis adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nama mesin dan komponen yang menjadi obyek FMEA.
2. Mendeskripsikan fungsi dari komponen yang dianalisa.
3. Mengidentifikasi *Function failure* atau kegagalan fungsi.

4. Mengidentifikasi *Failure Mode* atau penyebab kegagalan yang terjadi .
5. Mengidentifikasi *Failure effect* atau dampak yang ditimbulkan dari kegagalan system.
6. Menentukan *Severity* atau penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan.
7. Menentukan *Occurrence* yaitu sesering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.
8. Menentukan *Detection* atau penilaian dari kemungkinan suatu alat dapat mendeteksi penyebab terjadinya bentuk kegagalan.
9. Menghitung RPN (*Risk Priority Number*) yaitu angka prioritas resiko yang didapatkan dari perkalian *severity*, *occurrence* dan *detection* dengan rumus $RPN = S \times O \times D$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada PT. Petrokimia Kayaku Gresik terletak di kabupaten Gresik, Jawa Timur. Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2010 sampai dengan data yang diperlukan memenuhi.

3.2 Identifikasi Variabel

Identifikasi variable merupakan bagian penelitian dengan cara menentukan variable-variabel yang ada dalam penelitian. Variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian adalah :

1. Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena variabel bebas. Variabel ini dapat tergantung dari variable independent terhadap perubahan. Yang termasuk variabel terikat dalam penelitian ini adalah interval perawatan.
2. Variabel bebas yaitu variabel yang menjadi sebab atau timbulnya variabel terikat. Yang termasuk variabel bebas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Waktu antar kerusakan

Variabel ini merupakan variable selang waktu antara kerusakan yang pertama dengan kerusakan yang kedua atau kerusakan berikutnya.

b. Waktu lama perbaikan

Variabel ini merupakan variable lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan pada setiap komponen.

c. Penyebab dan Efek kegagalan

Variabel ini meliputi penyebab terjadinya kegagalan suatu komponen yang menyebabkan system dalam kondisi yang tidak baik serta efek atau dampak yang disebabkan oleh *failure function*.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Suatu penelitian didukung oleh data yang akurat untuk menunjang agar dapat mencapai tujuan penelitian yang optimal. Yang dilakukan pada tahap ini adalah mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Berdasarkan cara untuk memperoleh data penelitian, data dibagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dari penelitian secara langsung dengan cara menanyakan ke sumber yang memberikan informasi. Pengumpulan data primer bisa dilakukan dengan beberapa macam cara antara lain:

a. Wawancara

Yaitu pengambilan data yang dilakukan dengan cara mempergunakan komunikasi langsung dengan karyawan atau operator yang berhubungan dengan obyek yang diteliti.

b. Observasi

Yaitu pengumpulan data pada waktu penelitian dengan melakukan pengamatan langsung pada obyek untuk mendapatkan gambaran dan keadaan yang sebenarnya.

Sedangkan data sekunder adalah data yang tidak secara langsung diperoleh dari sumber pertama dan telah tersusun dalam bentuk dokumen-dokumen tertulis yaitu data yang didapatkan dengan jalan mengumpulkan dan mempelajari dokumen perusahaan dan studi literatur yaitu membaca buku-buku yang ada di perpustakaan dengan mengambil beberapa literatur dan catatan kuliah yang berkaitan dengan penelitian sehingga diperoleh teori-teori yang relevan.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi :

1. Data mesin dan komponennya.
2. Data lama perbaikan dan waktu antar kerusakan
3. Data penyebab kegagalan beserta efek yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan.

3.4 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada saat data yang diperlukan dalam pengolahan telah terkumpul. Pengolahan data bertujuan untuk melakukan penyelesaian dan pembahasan dari masalah yang sedang dianalisis. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data, meliputi :

1. Penentuan komponen kritis pada Plant Produksi Butiran

Penentuan komponen kritis ini dilakukan berdasarkan pada data downtime dengan frekuensi terbesar. Pemilihan komponen kritis ini menggunakan diagram pareto agar lebih memudahkan dalam menentukan frekuensi yang terbesar diantara komponen yang satu dengan komponen yang lainnya.

2. *Functional Block Diagram*

Functional Block Diagram digunakan untuk mendeskripsikan system kerja dari mesin Hartek seperti proses produksi dan komponen mesin yang terlibat di dalamnya.

3. Identifikasi Penyebab Kegagalan

Penyusunan tabel FMEA dilakukan berdasarkan data fungsi komponen dan laporan perawatan yang kemudian dapat ditentukan berbagai penyebab kegagalan (*failure mode*) yang mengakibatkan kegagalan fungsi (*failures functionl*) serta efek atau dampak (*failure effect*) yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi.

4. RCM

RCM digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap failure mode. RCM ini meliputi :

- a. *Information Refference* terdiri dari F (*functions*) yaitu fungsi komponen yang dianalisa), FF (*failure function*) yaitu kegagalan fungsi dan FM (*failure mode*) yaitu penyebab kegagalan fungsi.
- b. *Consequences evaluation* terdiri dari H (*Hidden failure*), S (*Safety*), E (*Environmental*) dan O (*Operational*)

- c. *Proactive Task* terdiri dari H1/S1/O1/N1 untuk mencatat apakah *on condition task* dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya *failure mode*, H2/S2/O2/N2 untuk mencatat apakah *scheduled restoration task* dapat digunakan untuk mencegah *failure* dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat digunakan untuk mencegah *failure*.
 - d. *Default Action* yang meliputi H4/H5/S4 untuk mencatat jawaban yang diperlukan pada *default question*.
 - e. *Proposed Task* yaitu kolom yang digunakan untuk mencatat tindakan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan, terdiri dari *scheduled restoration task*, *scheduled discard task* dan *scheduled on condition task*.
 - f. *Initial Interval* digunakan untuk mencatat interval perawatan yang optimal dari masing-masing komponen.
 - g. *Can be done by* digunakan untuk mencatat siapakah yang berwenang dalam melakukan *scheduled* tersebut.
5. Penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan distribusi waktu antar perbaikan
- Pemilihan distribusi yang mendasari data ini menggunakan software Minitab 14 dengan kriteria pemilihan adalah nilai statistik *Anderson-Darling* yang paling kecil. Setelah diperoleh distribusi yang sesuai, kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai MTTF dan MTTR.
6. Penentuan Interval Perawatan

Dalam menentukan interval perawatan yang optimal pada tiap komponen, maka diperlukan parameter distribusi selang waktu kerusakan yang sesuai. Rumus yang digunakan untuk menentukan interval perawatan adalah :

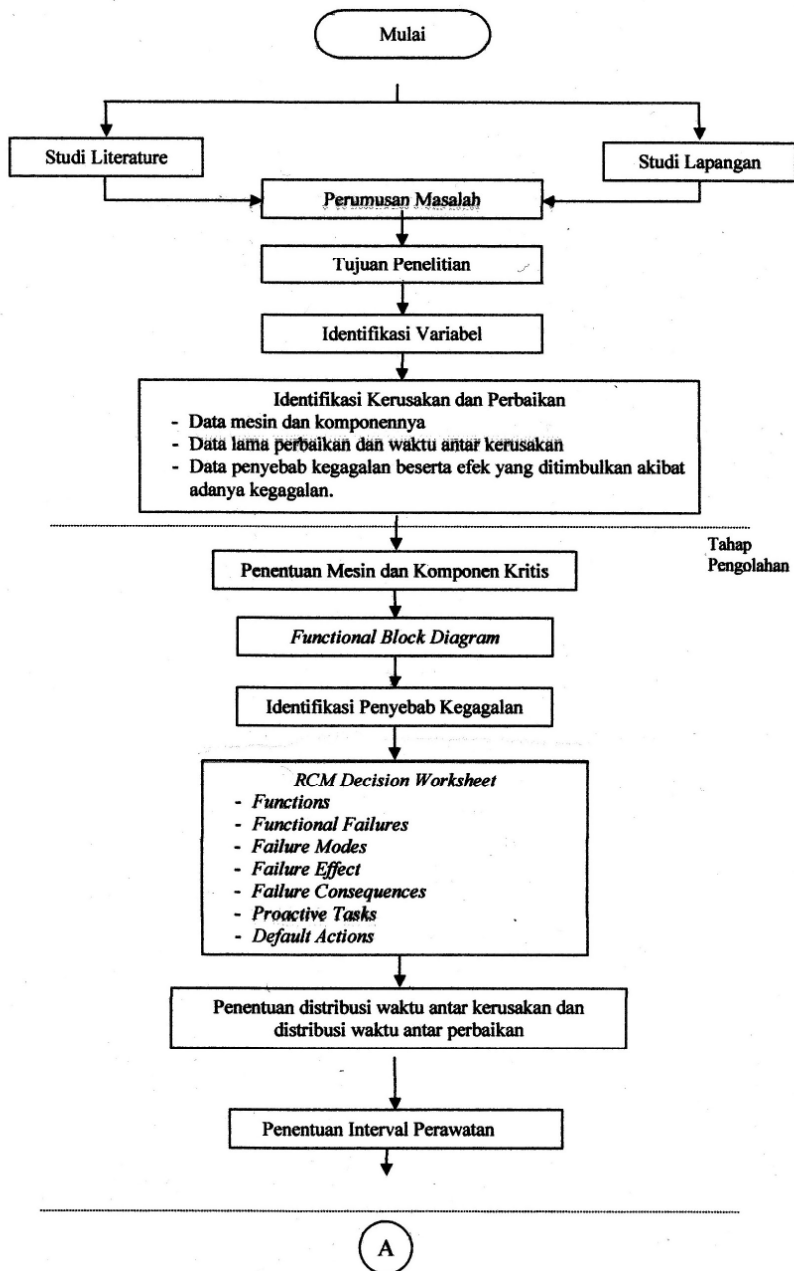
$$TM = \eta \left(\frac{CM}{CF - CM} \cdot \frac{1}{\beta^{-1}} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

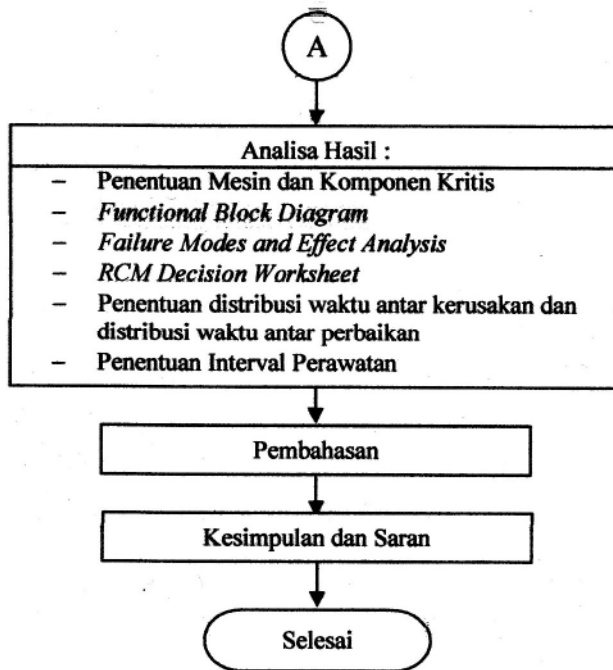
Dimana :

$$CM = [(Biaya\ operator + Biaya\ mekanik) \times MTTR] + \text{Harga komponen}$$

$$CF = [(Biaya\ operator + Biaya\ mekanik + Biaya\ downtime) \times MTTR] + \text{Harga komponen}$$

3.5 Langkah-langkah Penelitian dan Pemecahan Masalah





Gambar 3.1 Flowchart Langkah-langkah Penelitian

Dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mulai.
2. Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan untuk lebih menunjang penelitian yang sedang dilaksanakan. Yaitu berupa teori-teori, rumus-rumus dan data-data yang diperoleh pada literatur-literatur yang ada.

3. Studi Lapangan

Tahap ini merupakan tahap awal dimulainya penelitian yang meliputi tinjauan secara langsung ke lapangan untuk mengetahui kondisi dari obyek penelitian.

4. Perumusan Masalah

Langkah pertama adalah merumuskan permasalahan yang ada diperusahaan dengan melakukan studi lapangan berupa pengamatan secara langsung dan wawancara dengan pihak-pihak terkait serta melakukan studi literature untuk mencari literature-literature yang dapat mendukung serta memperkuat hasil penelitian.

5. Tujuan Penelitian

Langkah kedua adalah menetapkan tujuan dari penelitian yang dilakukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dibuat.

6. Identifikasi Variabel

Setelah menentukan perumusan masalah dan tujuan penelitian, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi variable-variabel yang mempengaruhi permasalahan tersebut.

7. Identifikasi Kerusakan dan Perbaikan

Langkah ke-empat adalah identifikasi kerusakan dan perbaikan yang dapat menunjang dalam penyelesaian permasalahan. meliputi data mesin dan komponennya, lama perbaikan dan waktu antar kerusakan, penyebab dan efek kegagalan.

8. Penentuan Mesin dan Komponen Kritis

Langkah kelima adalah menentukan komponen kritis berdasarkan pada data *downtime* dengan frekuensi terbesar. Pemilihan komponen kritis ini menggunakan diagram pareto agar lebih memudahkan dalam menentukan frekuensi yang terbesar diantara komponen yang satu dengan komponen yang lainnya.

9. *Functional Block Diagram*

Langkah ke-enam, pembuatan *Functional Block Diagram* yang bertujuan untuk mendeskripsikan system kerja dari Unit Produksi Butiran / padat seperti proses produksi dan komponen mesin yang terlibat di dalamnya.

10. Identifikasi Penyebab Kegagalan

Langkah selanjutnya, penyusunan tabel FMEA dilakukan berdasarkan data fungsi komponen dan laporan perawatan yang kemudian dapat ditentukan berbagai penyebab kegagalan (*failure mode*) yang mengakibatkan kegagalan fungsi (*functional failures*) serta efek atau dampak (*failure effect*) yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi.

11. RCM Decesion WorkSheet

RCM digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap failure mode serta interval perawatan yang optimal bagi setiap komponennya.

12. Penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan distribusi waktu antar perbaikan

Pemilihan distribusi yang mendasari data ini menggunakan software Minitab 14 dengan kriteria pemilihan adalah nilai statistik *Anderson-Darling* yang paling kecil. Setelah diperoleh distribusi yang sesuai, kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai MTTF dan MTTR.

13. Penentuan Interval Perawatan

Dalam menentukan interval perawatan yang optimal pada tiap komponen, maka diperlukan parameter distribusi selang waktu

kerusakan yang sesuai dari tiap komponen *equipment* pada Unit Produksi Butiran / padat.

14. Analisa Hasil

Dari hasil pengolahan data yang diperoleh maka dapat dilakukan analisa hasil penelitian dengan menggunakan dasar-dasar teori yang berhubungan dengan metode pengolahan data

15. Pembahasan

Setelah dilakukan analisa maka dapat dilakukan pembahasan penelitian dengan menggunakan dasar-dasar teori yang berhubungan dengan metode pengolahan data

16. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir adalah menarik kesimpulan dari keseluruhan langkah-langkah diatas serta memberikan saran-saran yang dapat menjadi masukan dan pertimbangan dalam merencanakan manajemen perawatan yang *reliable*.

17. Selesai

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Kerusakan dan Perbaikan

Pada Penelitian ini yang digunakan adalah pada unit butiran / padat. diperlukan. Data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Data mesin dan komponennya
2. Data lama perbaikan dan waktu antar kerusakan
3. Data penyebab kegagalan beserta efek yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan.

Data yang diambil berupa data kerusakan pada mesin yang terdapat pada unit produksi butiran / padat yang terjadi pada bulan Januari 2008 sampai Februari 2010. Rekap data kerusakan pada mesin *Belt Conveyor, Cyclone Collector dan Turbo Blower* yang ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut:

Bulan	Belt Conveyor		Cyclone Collector		Turbo Blower	
	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (hari)	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (hari)	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (hari)
Jan-08	2	1.83	1	2.42	2	6.42
Feb-08	4	20.42	1	3.63	0	0.00
Mar-08	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Apr-08	3	4.72	1	4.17	1	4.17
May-08	3	4.75	2	5.13	0	0.00
Jun-08	0	0.00	0	0.00	3	6.58
Jul-08	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Aug-08	0	0.00	1	8.00	1	8.00
Sep-08	0	0.00	1	2.50	1	2.50
Oct-08	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Nov-08	0	0.00	1	2.68	2	5.58
Dec-08	1	1.75	0	0.00	1	1.27
Jan-09	4	8.17	0	0.00	0	0.00
Feb-09	1	3.75	1	2.46	0	0.00
Mar-09	0	0.00	0	0.00	1	3.50
Apr-09	0	0.00	1	2.68	0	0.00
May-09	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Jun-09	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Jul-09	1	0.17	0	0.00	0	0.00
Aug-09	0	0.00	0	0.00	3	7.53
Sep-09	0	0.00	1	3.50	0	0.00
Oct-09	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Nov-09	0	0.00	0	0.00	2	2.76
Dec-09	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Jan-10	2	8.08	0	1.33	1	1.33
Feb-10	0	0.00	1	0.00	1	0.00
Total	21	53.64	12	38.50	19	49.64

Tabel 4.1 Rekap jumlah kerusakan dan lama perbaikan

4.2 Penentuan Mesin dan Komponen Kritis

Setelah dilakukan pengumpulan data, dilakukan pengolahan data untuk menentukan mesin kritis pada unit produksi Butiran. Pada unit produksi Butiran terdapat beberapa mesin yang mengalami kerusakan yaitu:

1. *Belt Conveyor*
2. *Cyclone Collector*
3. *Turbo Blower*
4. *Constant Feeder*
5. *Coating Machine*
6. *Bucket Elevator*
7. *Vibrating Screen*
8. *Packing Machine*
9. *Dust Collector*

Penentuan mesin kritis didasarkan pada kriteria berikut:

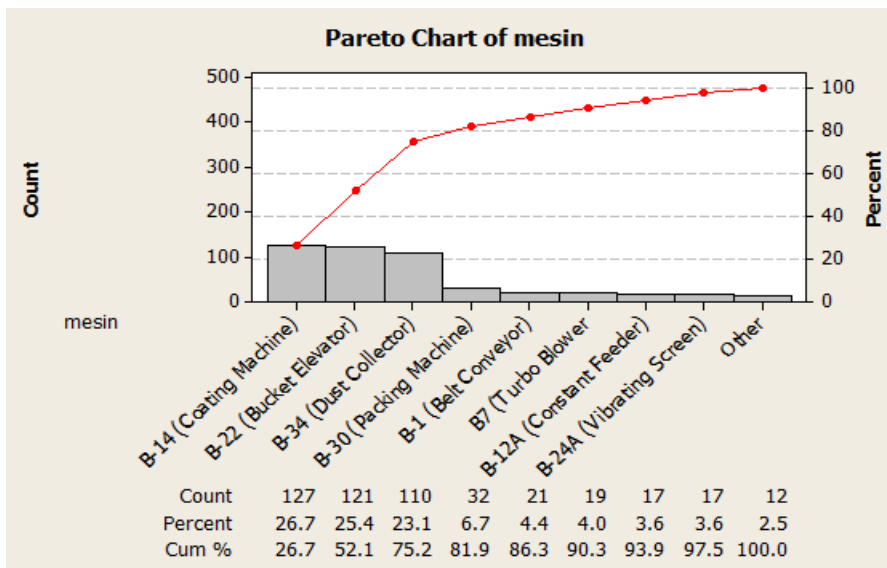
- Sering mengalami kerusakan.
- Bila terjadi kerusakan menyebabkan terhentinya proses produksi akibat perbaikan.

Dari beberapa mesin tersebut dibuat pareto diagram berdasarkan jumlah kerusakan dan lama perbaikan untuk menentukan mesin kritis. Rekap data dan pareto untuk jumlah kerusakan dan lama perbaikan adalah sebagai berikut:

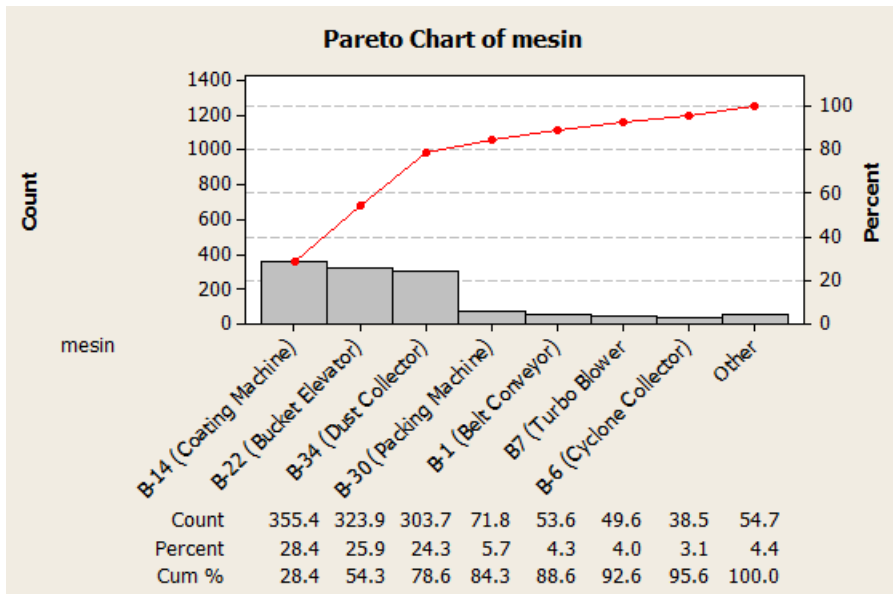
Tabel 4.2 Rekap Data Jumlah Kerusakan dan Lama Perbaikan
Mesin pada Unit Produksi Butiran

Mesin	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (hari)
<i>Belt Conveyor</i>	21	53,64
<i>Cyclone Collector</i>	12	38,5
<i>Turbo Blower</i>	19	49,64
<i>Constant Feeder</i>	17	35,5
<i>Coating Machine</i>	144	355,37
<i>Bucket Elevator</i>	130	323,89
<i>Vibrating Screen</i>	17	19,15
<i>Packing Machine</i>	32	71,84
<i>Dust Collector</i>	128	303,72

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)



Gambar 4.1 Diagram Pareto Jumlah Kerusakan Mesin



Gambar 4.2 Diagram Pareto Lama Perbaikan Mesin

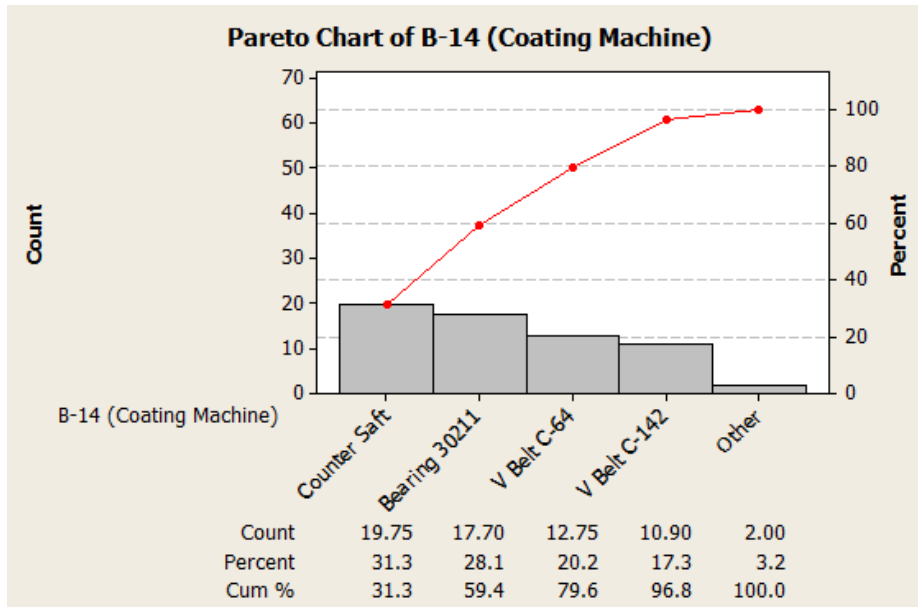
Dari pareto diatas dapat diketahui bahwa mesin dengan jumlah kerusakan dan lama perbaikan dengan persentase kumulatif kurang dari 80 % adalah *Coating Machine*, *Bucket Elevator* dan *Dust Collector*.

Selanjutnya untuk menentukan komponen kritis pada masing-masing mesin tersebut maka dilakukan pengolahan diagram pareto kembali. Penentuan komponen kritis didasarkan pada persentase lama perbaikan kumulatif dibawah 80 %. Rekap data untuk lama perbaikan pada mesin *Coating Machine* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 *Jumlah Kerusakan dan Lama Perbaikan Komponen pada Coating Machine*

Komponen	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (Jam)
Roller Chain RS 100	0	0
Counter Saft	8	19,75
Bearing 30211	7	17,7
Lower Edge Roller	1	0,85
V Belt C-142	12	10,9
V Belt C-64	15	12,75
Hydrolic Cylinder	1	0,35
Shoot Packing	1	0,25
Air Cylinder	0	0,55

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)



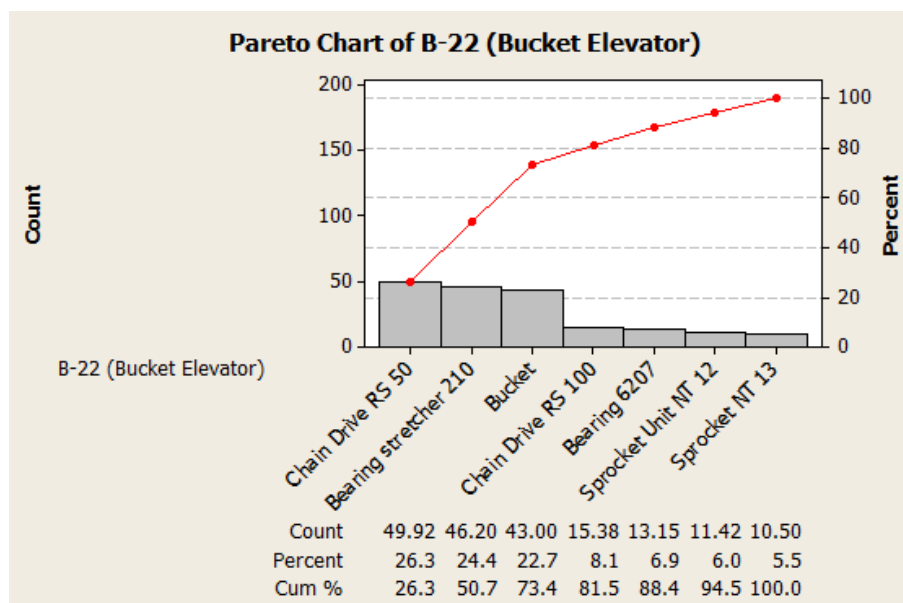
Gambar 4.3 Diagram Pareto Lama Perbaikan Mesin Coating Machine

Dari gambar 4.3 diperoleh komponen kritis pada *Coating Machine* meliputi *Counter Shaft* sebesar 31,3 %, *Bearing 30211* sebesar 59,4 %, dan *V Belt C-64* sebesar 79,6 %.

Tabel 4.4 *Jumlah Kerusakan dan Lama Perbaikan Komponen pada Bucket Elevator*

Komponen	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (Jam)
Sprocket Unit NT 12	2	11,42
Bearing stretcher 210	13	46,2
Sprocket NT 13	2	10,5
Bearing 6207	4	13,15
Chain Drive RS 50	9	49,92
Chain Drive RS 100	6	15,38
Bucket	12	43

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)



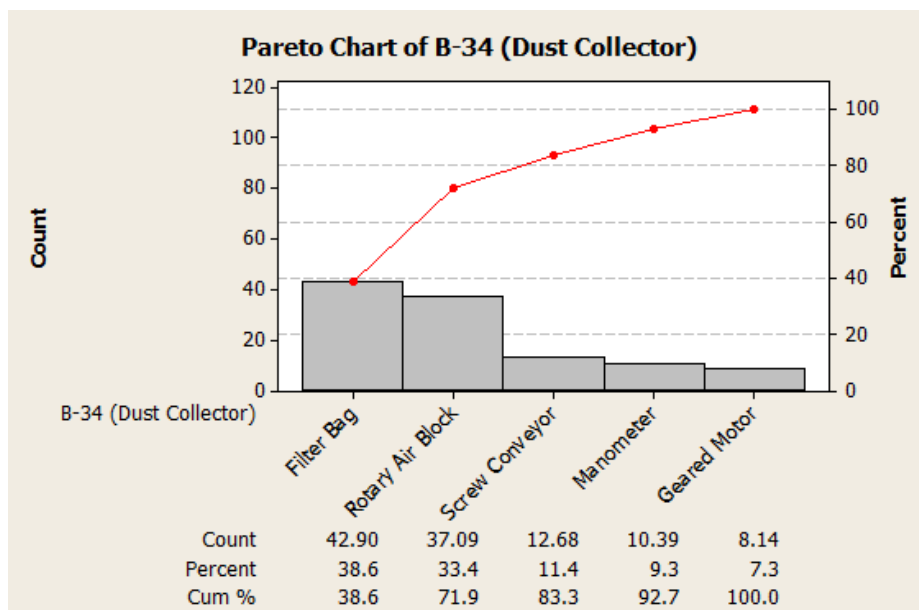
Gambar 4.4 Diagram Pareto Lama Perbaikan Mesin Bucket Elevator

Dari gambar 4.4 diperoleh komponen kritis pada *Bucket Elevator* yaitu *Chain Drive RS 50* sebesar 26,3 %, *Bearing Stretcher 210* sebesar 50,7 %, dan *Bucket* sebesar 73,4 %.

Tabel 4.5 *Jumlah Kerusakan dan Lama Perbaikan Komponen pada Dust Collector*

Komponen	Jumlah Kerusakan	Lama Perbaikan (Jam)
Filter Bag	8	42,9
Screw Conveyor	3	12,68
Rotary Air Block	10	37,09
Manometer	2	10,39
Geared Motor	2	8,14

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)



Gambar 4.5 Diagram Pareto Lama Perbaikan Mesin Dust Collector

Dari gambar 4.3 diperoleh komponen kritis pada *Dust Collector* yaitu *Filter Bag* sebesar 38,6 % dan *Rotary Air Block* sebesar 71,9 %.

Dari pareto pada masing-masing sub mesin tersebut diperoleh komponen yang memiliki percentase lama perbaikan kumulatif dibawah 80 %. Dari diagram pareto di atas yang merupakan komponen kritis ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 *Mesin dan Komponen Kritis pada Unit Produksi Butiran / padat*

Mesin	Komponen
Coating Machine	Counter saft
	V belt C-64
	Bearing 30211
Bucket Elevator	Bearing stretcher 210
	Chian drive RS 50
	Bucket
Dust Collector	Filter bag
	Rotary air block

Dari tabel 4.6 di atas adalah mesin dan komponen kritis, karena bila terjadi kerusakan membutuhkan waktu perbaikan cukup lama. Kerusakan tersebut menyebabkan proses produksi terhenti akibat perbaikan tersebut.

4.3 *Functional Block Diagram*

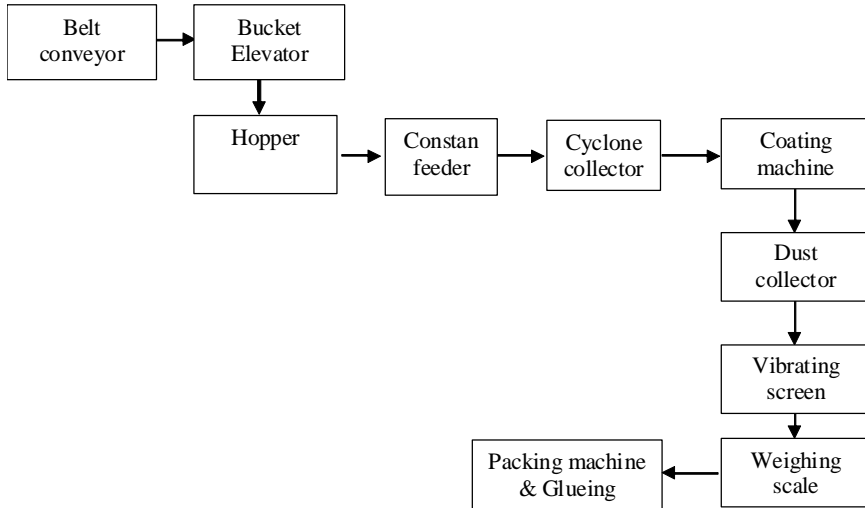
Functional Block Diagram ini dibuat dengan tujuan agar lebih memudahkan dalam mengidentifikasi kegagalan yang terjadi pada fungsi dan sistem kerja mesin. Rincian proses produksi

pembuatan pestisida dalam bentuk butiran / padat sesuai dengan gambar 4.6, sebagai berikut :

Pasir dari *storage tank* masuk ke *hopper* dengan *belt conveyor* dan *bucket elevator*. Kemudian dilakukan pengayakan dengan *constan feeder* untuk memisahkan kotoran dengan pasir. Selanjutnya pasir masuk pada *cyclon collector* untuk memisahkan pasir dengan debu (pasir halus) agar diperoleh butiran atau pasir yang sesuai. Setelah didapatkan pasir yang sesuai kemudian dibawa ke *storage tank* dengan *bucket elevator* dan pasir juga mengalami pengayakan dengan *vibrating screen* agar pasir tidak tercampur kotoran untuk proses pencampuran bahan kimia.

Setelah masuk pada *storage tank* dan mengalami pengayakan maka pasir masuk pada *hoper scale* kemudian masuk pada *coating machine*. Pada *coating machine* ini pasir diberi lapisan bahan kimia. Kemudian pasir yang telah dilapisi oleh bahan kimia tersebut dikeringkan dengan *dust collector*. Selain itu juga dilakukan penghisapan debu halus yang terdapat dalam proses pengeringan tersebut.

Pasir yang telah dikeringkan kemudian masuk ke *product storage tank*. Sebelum masuk pada *packing machine*, product butiran melewati *vibrating screen* dan *weighing scale* untuk penimbangan sesuai kemasan. Bila berat sudah sesuai maka secara otomatis product butiran siap di kemas dan di pasarkan. Gambar 4.6 menunjukkan proses produksi dan sistem kerja pembuatan pestisida bentuk butiran pada Unit Produksi Butiran / Padat.



Gambar 4.6 Functional Block Diagram Unit Produksi Butiran / Padat

Berdasarkan pada gambar 4.6 maka dapat dilihat bahwa sistem kerja Unit Produksi Butiran / Padat merupakan sistem dengan susunan seri. Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan seri jika komponen-komponen yang ada didalam sistem tersebut harus bekerja atau berfungsi seluruhnya agar sistem tersebut dapat mencapai target produksi yang telah ditentukan. Artinya jika ada salah satu komponen mesin Unit Produksi Butiran / Padat yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya maka akan mengakibatkan kegagalan sistem atau sistem tersebut gagal menjalankan fungsinya sehingga akan mempengaruhi kelancaran proses produksi.

4.4 Identifikasi Penyebab Kegagalan

Dengan menggunakan *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) maka dapat diketahui kegagalan fungsi yang terjadi pada mesin-mesin unit produksi butiran / padat yang kemudian diidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan dan selanjutnya dapat diketahui pula efek atau dampak yang ditimbulkan dari kegagalan fungsi tersebut.

Failure Modes and Effect Analysis digunakan untuk mengidentifikasi *functions*, *functional failures*, *failure modes* dan *failure effect*. Yang selanjutnya dihitung nilai RPN atau *Risk Priority Number* berdasarkan pada perkalian *severity*, *occurrence* dan *detection*. *Risk Priority Number* (RPN) digunakan untuk menentukan prioritas utama komponen yang perlu dilakukan tindakan perawatan pencegahan. Penyusunan tabel FMEA dilakukan berdasarkan data fungsi komponen, laporan perawatan dan hasil wawancara dengan operator dan mekanik.

Tabel 4.7 *Failure Modes and Effects Analysis* pada *Coating Machine*

RCM INFORMATION WORKSHEET							
	Function	Functional Failure	Failure Modes (cause of failure)	Failure effect (what happen if it failure)	S	O	D RPN
1	Memberi lapisan bahan kimia pada butiran / pasir	A Tidak dapat melapisi butiran / pasir secara merata	1 V Belt C-64 pada Coating Machine putus	V Belt C-64 pada Coating Machine putus sehingga Coating tidak dapat berputar. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 1 jam	6	5	5 150
			2 Bearing 30211 aus	Putaran Coating menjadi tidak stabil dan mengakibatkan V Belt C-64 putus. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 3.5 jam.	7	3	5 105
1		B Tidak mampu memberi lapisan bahan kimia pada butiran / pasir	1 Counter Saft	Counter Saft tidak berfungsi dan mengakibatkan butiran / pasir tidak terlapisi bahan kimia. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 3.5 menit	7	5	3 105

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi akan sangat mempengaruhi kelancaran proses produksi. Sehingga bagian *maintenance* dapat melakukan pengawasan yang ketat dan usaha perawatan yang intensif bagi komponen tersebut. Nilai RPN tertinggi pada *Coating Machine* adalah komponen *V belt C-64* sebesar 150. Nilai RPN tertinggi pada *Bucket Elevator* adalah komponen *bearing stretcher* 210 sebesar 210. Nilai RPN tertinggi pada *Dust Collector* adalah komponen *filter bag* sebesar 160.

4.5 RCM Decision Worksheet

RCM *Decision Worksheet* digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure modes*.

Tabel 4.8 RCM Decision Worksheet pada Coating Machine

RCM DECISION WORKSHEET																
Information reference			Consequence evaluation				H1	H2	H3	Default action				Proposed task	Initial interval (jam)	Can be done by
							S1	S2	S3							
							O1	O2	O3							
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task. Tindakan penggantian dan pengecekan komponen V belt C-64 berdasarkan batas umur maksimum atau pada saat komponen rusak	256,68	Mekanik	
1	A	2	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task. Tindakan penggantian dan pengecekan komponen bearing 30211 berdasarkan batas umur maksimum atau pada saat komponen rusak	97,34	Mekanik	
1	B	1	Y	N	N	Y	N	Y	N				Scheduled Restoration Task. Tindakan pembersihan dan inspeksi pada counter shaft secara periodik pada saat interval perawatan optimum.	1057,18	Mekanik	

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.8 RCM Decision Worksheet ini meliputi :

- Information Reference* terdiri dari F (*functions*) yaitu fungsi komponen yang dianalisa), FF (*failure function*) yaitu kegagalan fungsi dan FM (*failure mode*) yaitu penyebab kegagalan fungsi.
- Consequences evaluation* terdiri dari H (*Hidden failure*), S (*Safety*), E (*Environmental*) dan O (*Operational*)
- Proactive Task* terdiri dari H1/S1/O1/N1 untuk mencatat apakah *on condition task* dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya *failure mode*, H2/S2/O2/N2 untuk mencatat apakah *scheduled restoration task* dapat digunakan untuk mencegah *failure* dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat digunakan untuk mencegah *failure*.
- Default Action* yang meliputi H4/H5/S4 untuk mencatat jawaban yang diperlukan pada *default question*.
- Proposed Task* yaitu kolom yang digunakan untuk mencatat tindakan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan, terdiri dari

scheduled restoration task, scheduled discard task dan scheduled on condition task.

- f. *Initial Interval* digunakan untuk mencatat interval perawatan yang optimal dari masing-masing komponen.
- g. *Can be done by* digunakan untuk mencatat siapakah yang berwenang dalam melakukan *scheduled* tersebut.

4.6 Menentukan Distribusi Waktu Antar Kerusakan dan Distribusi Waktu Antar Perbaikan

Untuk menentukan distribusi waktu antar kerusakan dan distribusi waktu antar perbaikan dilakukan dengan pengujian distribusi terhadap data waktu antar kerusakan dan data waktu lama perbaikan. Data waktu antar kerusakan diperoleh berdasarkan pada selisih antara waktu kerusakan pertama dengan waktu kerusakan berikutnya. Sedangkan data waktu lama perbaikan diperoleh berdasarkan lamanya waktu perbaikan saat kerusakan terjadi.

Tabel 4.9 *Waktu antar Kerusakan Counter Saft*

Counter Saft		
Tanggal	Waktu perbaikan (jam)	Waktu antar kerusakan (jam)
21/08/2008	2,5	-
15/10/2008	3	1317,5
21/01/2009	2	2349
15/04/2009	2	2014
16/04/2009	3,25	22
22/09/2009	3	3812,75
03/10/2009	2	261
09/01/2010	2	2350

Selanjutnya pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Software Minitab 14. Kriteria pemilihan distribusi data ini adalah memilih nilai statistik *Anderson-Darling* yang paling kecil yang selanjutnya dapat dilihat pada. hasil pengujian distribusi dan parameter data dibawah ini :

Tabel 4.10 *Distribusi data dan Parameter Waktu Antar Kerusakan*

Sub Mesin	Komponen	Distribusi	Parameter	
			β	η
Coating Machine	Counter Saft	Weibull	0,98072	1721,79
	V Belt C-64	Weibull	1,30381	1408,63
	Bearing 30211	Weibull	0,81017	2671,09
Bucket Elevator	Bearing Stretcher 210	Weibull	1,01169	1079,09
	Chain Drive RS 50	Weibull	1,60019	2290,35
Dust Collector	Bucket	Weibull	1,18468	1657,96
	Filter Bag	Weibull	1,49637	2260,99
	Rotary Air Block	Weibull	1,26208	1910,30

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Dengan melakukan pengujian distribusi data terhadap data waktu antar kerusakan dan waktu lama perbaikan maka hasil yang diperoleh adalah data waktu antar kerusakan (Tf) memiliki distribusi weibull dengan 2 parameter yaitu β dan η . Untuk *V belt C-64* dengan β sebesar 1,30381; *bearing stretcher 210* dengan β sebesar 1,01169; *chain drive RS 50* dengan β sebesar 1,60019; *bucket* dengan β sebesar 1,18468; *filter bag* dengan β sebesar 1,49637; dan *rotary air block* dengan β sebesar 1,26208 maka berdasarkan pada parameter β tersebut menunjukkan bahwa laju kerusakan mengalami

kenaikan dengan bertambahnya waktu dikarenakan nilai parameter $\beta > 1$ dan hal ini disebabkan oleh proses keausan komponen. Sedangkan untuk *counter saft* dengan β sebesar 0,98072 serta *bearing 30211* dengan β sebesar 0,81017 sehingga nilai parameter berada antara $0 < \beta < 1$ yang menunjukkan bahwa laju kerusakan menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan kesalahan dalam proses menufaktur atau desain yang kurang sempurna.

Tabel 4.11 *Distribusi data dan Parameter Waktu Perbaikan*

Sub Mesin	Komponen	Distribusi	Parameter	
			β	η
Coating Machine	Counter Saft	Weibull	5,37560	2,6803
	V Belt C-64	Weibull	5,43041	0,9293
	Bearing 30211	Weibull	4,89750	2,7559
	Bearing Stretcher 210	Weibull	9,90112	3,7512
Bucket Elevator	Chain Drive RS 50	Weibull	15,24590	5,7636
	Bucket	Weibull	5,74970	3,8585
Dust Collector	Filter Bag	Weibull	15,00140	5,5460
	Rotary Air Block	Weibull	14,64880	3,8606

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Kemudian data waktu antar perbaikan (T_r) memiliki distribusi *weibull*, dengan parameter β untuk *counter saft* adalah 5,37560; *V belt C-64* dengan 5,43041; *bearing 30211* dengan 4,89750; *bearing stretcher 210* dengan 9,90112; *chain drive RS 50* dengan 15,24590; *bucket* dengan 5,74970; *filter bag* dengan 15,00140; dan *rotary air block* dengan 14,64880; sehingga nilai parameter $\beta > 1$ yang

menunjukkan bahwa laju kerusakan mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu dikarenakan proses keausan komponen.

Setelah diperoleh distribusi serta parameter masing-masing distribusi, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* dengan menggunakan

persamaan $MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt$. Untuk komponen yang berdistribusi

Weibull dan memiliki fungsi keandalan $R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}}$ dapat

menggunakan persamaan rumus $MTTF = \eta\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$ dengan 2

parameter yaitu *shape parameter* (β) dan *scale parameter* (η).

Dengan menggunakan *software* Minitab 14, nilai MTTF dan MTTR dapat diperoleh nilai sebagai berikut :

Tabel 4.12 *Tabel Nilai MTTF dan MTTR*

Sub Mesin	Komponen	MTTF	MTTR
Coating Machine	Counter Saft	3736,37	2,47123
	V Belt C-64	1300,21	0,85734
	Bearing 30211	3299,49	2,52747
Bucket Elevator	Bearing Stretcher 210	1174,67	3,56719
	Chain Drive RS 50	2253,45	5,56851
	Bucket	1564,84	3,57109
Dust Collector	Filter Bag	2041,70	5,35556
	Rotary Air Block	1782,82	3,72520

(Sumer : Hasil Pengolahan Data)

Dari tabel 4.12 diperoleh hasil *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada masing-masing komponen.

4.7 Penentuan Interval Perawatan

Dalam menentukan interval perawatan yang optimal pada tiap komponen, maka diperlukan parameter distribusi selang waktu kerusakan yang sesuai, biaya penggantian karena kerusakan dan biaya penggantian karena perawatan pada komponen mesin *Coating Machine*, *Bucket Elevator* dan *Dust Collector*. Sebelum menentukan interval perawatan, maka dilakukan perhitungan biaya sebagai berikut:

1. Biaya Penggantian komponen karena perawatan (CM)

Biaya ini meliputi biaya tenaga kerja operator, biaya tenaga kerja maintenance atau mekanik dan harga komponen atau suku cadang. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggantian karena perawatan adalah :

$$CM = [(Biayaoperator + Biayamekanik) \times MTTR] + Hargakomponen$$

Contoh perhitungan biaya penggantian karena perawatan pada komponen *Counter Sift* :

$$CM = [(Biayaoperator + Biayamekanik) \times MTTR] + Hargakomponen$$

$$= [(Rp. 22.500,00 + Rp. 27.500,00) \times 2,47123] + Rp. 3.000.000,00$$

$$= Rp. 3.123.561,5$$

Maka dengan cara yang sama diperoleh hasil perhitungan dari biaya penggantian komponen karena perawatan yang dapat dilihat pada tabel 4.13, sebagai berikut :

Tabel 4.13 *Biaya Penggantian Karena Perawatan (CM)*

Sub Mesin	Komponen	Harga (Rp)	Biaya operator (Rp/jam)	Biaya mekanik (Rp/jam)	MTTR	CM (Rp/jam)
Coating Machine	Counter Saft	3.000.000	22.500	27.500	2,47123	3.123.561,50
	V Belt C-64	100.000	22.500	27.500	0,85734	142.866,95
	Bearing 30211	300.000	22.500	27.500	2,52747	426.373,50
Bucket Elevator	Bearing Stretcher 210	500.000	22.500	27.500	3,56719	678.359,50
	Chain Drive RS 50	200.000	22.500	27.500	5,56851	478.425,50
	Bucket	70.000	22.500	27.500	3,57109	248.554,50
Dust Collector	Filter Bag	150.000	22.500	27.500	5,35556	417.778,00
	Rotary Air Block	500.000	22.500	27.500	3,72520	686.260,00

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

2. Biaya penggantian komponen karena kerusakan (CF)

Biaya penggantian ini meliputi biaya operator, biaya mekanik, biaya downtime dan harga komponen dimana keseluruhan biaya tersebut merupakan biaya kerugian yang diakibatkan karena kerusakan komponen. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggantian karena kerusakan adalah :

$$CF = [(Biaya\ operator + Biaya\ mekanik + Biaya\ downtime) \times MTTR] + \text{Harga komponen}$$

Contoh perhitungan biaya penggantian karena perawatan pad komponen *Counter Saft* :

$$CF = [(Biaya\ operator + Biaya\ mekanik + Biaya\ downtime) \times MTTR] + \text{Harga komponen}$$

$$\begin{aligned}
 &= [(Rp. 22.500,00 + Rp. 27.500,00 + Rp. 2.000.000,00) \\
 &\quad \times 2,47123] + \\
 &\quad Rp. 3.000.000,00 \\
 &= Rp. 8.066.021,5
 \end{aligned}$$

Maka dengan cara yang sama diperoleh hasil perhitungan biaya penggantian komponen karena kerusakan (CF) yang dapat dilihat pada tabel 4.14, sebagai berikut :

Tabel 4.14 *Biaya Penggantian Komponen karena Kerusakan (CF)*

Komponen	Harga (Rp)	Biaya operator (Rp/jam)	Biaya mekanik (Rp/jam)	Biaya downtime (Rp/jam)	MTTR	CF (Rp/jam)
Counter Saft	3.000.000	22.500	27.500	2.000.000	2,47123	8.066.021,50
V Belt C-64	100.000	22.500	27.500	2.000.000	0,85734	1.857.544,95
Bearing 30211	300.000	22.500	27.500	2.000.000	2,52747	5.481.313,50
Bearing Stretcher 210	500.000	22.500	27.500	2.000.000	3,56719	7.812.739,50
Chain Drive RS 50	200.000	22.500	27.500	2.000.000	5,56851	11.615.445,50
Bucket	70.000	22.500	27.500	2.000.000	3,57109	7.390.734,50
Filter Bag	150.000	22.500	27.500	2.000.000	5,35556	11.128.898,00
Rotary Air Block	500.000	22.500	27.500	2.000.000	3,72520	8.136.660,00

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh biaya penggantian komponen karena kerusakan (CF), biaya penggantian karena perawatan (CM) serta parameter-parameter yang sesuai dengan pengujian distribusi, maka langkah selanjutnya adalah menghitung interval perawatan yang optimal sebagai berikut :

$$\lambda(TM) = \frac{R'(TM)}{R(TM)}$$

maka diperoleh

$$\lambda(TM) \int_0^{TM} R(TM) dt + R(TM) = \frac{CF}{CF - CM}$$

Untuk distribusi Weibull diketahui bahwa :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^m} \quad \text{dan} \quad \lambda(t) = \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1}$$

Dimana $\theta = \eta$ dan $m = \beta$, maka didapatkan

$$(m-1)\left(\frac{TM}{\theta}\right)^m = \frac{CF}{CF-CM} - 1 \text{ sehingga}$$

$$TM = \eta \left(\frac{CM}{CF-CM} \cdot \frac{1}{\beta^{-1}} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

Dengan TM adalah interval perawatan yang optimal. Contoh perhitungan interval perawatan pada *Counter Saft* :

$$\begin{aligned} TM &= \eta \left(\frac{CM}{CF-CM} \cdot \frac{1}{\beta^{-1}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \\ &= 1721,79 \left(\frac{3.123.561,50}{8.066.021,50 - 3.123.561,50} \cdot \frac{1}{0,98072^{-1}} \right)^{\frac{1}{0,98072}} \\ &= 1057,18 \text{ jam} \end{aligned}$$

Maka dengan cara yang sama diperoleh hasil perhitungan interval perawatan pada masing-masing komponen kritis seperti pada tabel 4.15

Tabel 4.15 *Interval Perawatan*

Sub Mesin	Komponen	β	η	CM (Rp/jam)	CF (Rp/jam)	TM (jam)
Coating Machine	Counter Saft	0,98072	1721,79	3.123.561,50	8.066.021,50	1.057,18
	V Belt C-64	1,30381	1408,63	142.866,95	1.857.544,95	256,68
	Bearing 30211	0,81017	2671,09	426.373,50	5.481.313,50	97,34
Bucket Elevator	Bearing Stretcher 210	1,01169	1079,09	678.359,50	7.812.739,50	106,65
	Chain Drive RS 50	1,60019	2290,35	478.425,50	11.615.445,50	429,78
	Bucket	1,18468	1657,96	248.554,50	7.390.734,50	112,37
Dust Collector	Filter Bag	1,49637	2260,99	417.778,00	11.128.898,00	338,64
	Rotary Air Block	1,26208	1910,30	686.260,00	8.136.660,00	347,20

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan pada tabel 4.15 diperoleh interval perawatan untuk *coating machine* diantaranya *counter saft* selama 1.057,18 jam, *V belt C-64* selama 256,68 jam dan *bearing 30211* selama 97,34 jam. Untuk *bucket elevator*, komponen *bearing stretcher 210* selama 106,65 jam, *chain drive RS 50* selama 429,78 jam dan *bucket* selama 112,37 jam. Untuk *dust collector*, komponen *filter bag* selama 338,64 jam dan *rotary air block* selama 347,20 jam.

Kegiatan dan Interval perawatan yang diperoleh berdasarkan pada RCM *Decision Worksheet* untuk masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

Tabel 4.16 *Kegiatan dan Interval Perawatan*

Sub Mesin	Komponen	Kegiatan Perawatan	Interval Perawatan (jam)
Coating Machine	Counter Saft	Scehduled Restoration Task	1.057,18
	V Belt C-64	Scheduled Discard Task	256,68
	Bearing 30211	Scheduled Discard Task	97,34
Bucket Elevator	Bearing Stretcher 210	Scheduled Discard Task	106,65
	Chain Drive RS 50	Scheduled Restoration Task	429,78
	Bucket	Scheduled On Condition Task	112,37
Rotary Air Block	Filter Bag	Scehduled Restoration Task	338,64
	Rotary Air Block	Scheduled On Condition Task	347,20

(*Sumber : Hasil Pengolahan Data*)

Dengan menggunakan *RCM Decision Worksheet* diperoleh bahwa jenis kegiatan yang perlu dilakukan untuk setiap komponen diantaranya adalah *scheduled on condition task* pada komponen *bucket* dan *rotary air block*, *scheduled* ini dapat digunakan untuk memprediksi kegagalan dari efek yang diakibatkan oleh kegagalan melalui pengamatan terhadap proses maupun produk yang dihasilkan, *scheduled restoration task* pada komponen *counter saft*, *chain drive RS 50* dan *filter bag*, *scheduled* ini membutuhkan tindakan perawatan yang dapat mengurangi kemacetan produksi, biaya perbaikan dan membatasi atau mengurangi gangguan-gangguan yang menghambat pelaksanaan produksi kemudian *scheduled discard task* pada komponen *V belt C-64*, *bearing 30211* dan *bearing stretcher 210*, *scheduled* ini melakukan tindakan penggantian (*replacement*) terhadap komponen yang mengalami keausan atau kerusakan yang mengakibatkan komponen tersebut tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

4.8 Pembahasan

Dari interval perawatan tersebut terdapat komponen yang memiliki selisih nilai interval perawatan yang tinggi yaitu komponen *counter saft* dan *bearing 30211*. Pada komponen *counter saft* memiliki interval perawatan paling lama yaitu 1.057,18 jam. Komponen ini bila terjadi kerusakan membutuhkan waktu perbaikan yang lama dan harga komponen ini paling mahal yaitu Rp 3.000.000,00 dibandingkan dengan komponen kritis lainnya. Kegiatan perawatan yang perlu

dilakukan pada komponen ini adalah *scheduled restoration task*, tindakan perawatan yang dapat mengurangi kemacetan produksi, biaya perbaikan dan membatasi atau mengurangi gangguan-gangguan yang menghambat pelaksanaan produksi. Sedangkan komponen yang memiliki interval perawatan paling cepat adalah komponen *bearing 30211* adalah 97,34 jam. Komponen ini bila terjadi kerusakan membutuhkan waktu perbaikan yang lama sehingga bila terjadi kerusakan pada komponen ini menyebabkan proses produksi terhenti karena perbaikan. Kegiatan perawatan pada komponen ini adalah *scheduled discard task*, tindakan penggantian (*replacement*) terhadap komponen yang mengalami keausan atau kerusakan yang mengakibatkan komponen tersebut tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibuat beberapa kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Selanjutnya dari kesimpulan tersebut dapat diajukan beberapa saran kepada perusahaan berkaitan dengan kegiatan perawatan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Pada Unit Produksi Butiran / Padat yang merupakan mesin kritis adalah Coating Machine dan yang merupakan komponen kritis adalah *counter shaft*, *V belt C-64*, dan *bearing 30211*; Bucket Elevator dan yang merupakan komponen kritis *bearing stretcher 210*, *chain drive RS 50*, dan *bucket*; Dust Collector dan yang merupakan komponen kritis adalah *filter bag* dan *rotary air block*..
2. Pada *Failure Modes and Effects Analysis* dan nilai RPN tertinggi, maka diperoleh penyebab kegagalan potensial adalah tidak dapat melapisi butiran / pasir secara merata karena *V belt C-64* pada coating machine putus sehingga coating tidak dapat berputar dengan nilai RPN *V belt C-64* sebesar 150. Tidak mampu memutar chain karena bearing stretcher 210 aus sehingga chain tidak stabil

dengan nilai RPN *bearing stretcher 210* sebesar 210. Dan tidak mampu memisahkan pasir sehingga produk tercampur debu yang terlapisi bahan kimia karena filter bag sobek sehingga debu tidak tersaring dengan RPN *filter bag* sebesar 160.

3. Kegiatan dan interval perawatan berdasarkan *RCM* untuk komponen yang memiliki kegagalan potensial diantaranya adalah *counter shaft* dengan *scheduled restoration task* dan interval perawatan selama 1.057,18 jam; *V Belt C-64* dengan *scheduled discard task* dan interval perawatan selama 256,68 jam; *bearing stretcher 210* dengan *scheduled discard task* dan interval perawatan selama 106,65 jam; *chain drive RS 50* dengan *scheduled restoration task* dan interval perawatan selama 429,78 jam; *filter bag* dengan *scheduled restoration task* dan interval perawatan selama 338,64 jam.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan kesimpulan diatas, maka saran yang dapat diberikan oleh peneliti sebagai berikut :

1. Pihak perusahaan diharapkan mendata atau mengakses secara lengkap seluruh kerusakan yang terjadi pada unit produksi Butiran / Padat sehingga dapat dibuatkan program tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan dengan tepat.
2. Diperlukan pencatatan secara berkala pada setiap kegiatan perawatan yang dilakukan, baik *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task*.

Pelaksanaan dari masing-masing *scheduled* tersebut dapat dilakukan dengan memperhatikan pertimbangan kondisi komponen. Hal ini sangat penting untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan potensial.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea Wahyu, 2004, "*Pengendalian Kualitas Statistik*", Andi, Yogyakarta
- Assauri, Sofjan, 1999, "*Manajemen Produksi Dan Operasi Edisi Keempat*". Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta
- Corder, Antony, 1992, "*Teknik Manajemen Pemeliharaan*", Erlangga, Jakarta
- Ebeling, E. Charles, 1997, "*Reliability and Maintainability Engineering*", The McGraw-Hill Company Inc, New York
- Finlay D, Teddy, 2004, "*Penetapan Interval Perawatan Pencegahan yang optimal pada Mesin Kiln & Coal Mill untuk Minimasi Biaya PT. Semen Gresik Persero Tbk*", Teknik Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur
- Gaspersz, Vincent, 2002, "*Pedoman Implementasi Program SIX SIGMA*", PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Giofanoe, Usman Sony, 2008, "*Perencanaan Perawatan Pada mesin Extruder dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PTPN XI Rosela Baru Surabaya*", Teknik Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur
- Hamsi, Alfian, 2004, "*Manajemen Pemeliharaan Pabrik*", Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara (www.wikimedia.com)
- Moubray, John, 1997, "*Reliability Centered Maintenance, Second Edition*", Industrial Press Inc, New York.

Nordstrom, Jakob, 2007, "*RCM-based maintenance plans for different operational conditions*", Lulea University of Technology (www.BhachelorThesis.com)

Sachbudi Abbas Ras, 2005, "*Rekayasa Keandalan Produk*", Teknik Industri, Universitas INDONUSA Esa Unggul, Jakarta (www.Indo-Emirates.com)

Tampubolon, Manahan P, 2004, "*Manajemen Operasional*", Ghalia Indonesia, Jakarta